



TUGAS AKHIR - SF 141501

**PENGARUH KONSENTRASI *DOPING* PADA
INTENSITAS EMISI MATERIAL LUMINISENSI
 $\text{ZnO}:\text{Zn}$**

**Rizki Yuniasari
NRP 1111 100 038**

**Dosen Pembimbing
Drs. Hasto Sunarno, M.Sc
Diky Anggoro, M.Si**

**Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**



FINAL PROJECT - SF 141501

**EFFECT OF DOPING CONCENTRATION ON
LUMINESCENCE PROPERTIES OF ZnO:Zn**

**Rizki Yuniasari
NRP 1111 100 038**

**Advisor
Drs. Hasto Sunarno, M.Sc
Diky Anggoro, M.Si**

**Department of Physics
Faculty of Mathematics and Natural Science
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015**

**PENGARUH KONSENTRASI *DOPING* PADA
INTENSITAS EMISI MATERIAL LUMINISENSI ZnO:Zn**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Bidang Optoelektronika
Program Studi S-1 Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

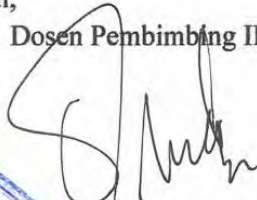
Oleh:

**RIZKI YUNIASARI
NRP 1111100038**

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



**Drs. Hasto Sunarno, M.Sc. Diky Anggoro, M.Si
NIP. 19560331 198003.1.001 NIP. 19850809 201404.1.003**



Surabaya, Juli 2015

PENGARUH KONSENTRASI *DOPING* PADA INTENSITAS EMISI MATERIAL LUMINISENSI ZnO:Zn

Nama : Rizki Yuniasari
NRP : 1111100038
Jurusan : Fisika FMIPA ITS
Pembimbing : Drs. Hasto Sunarno, M.Sc
Diky Anggoro, M.Si

Abstrak

Material luminisensi ZnO (*Zinc Oxide*) telah disintesis menggunakan metode *solution phase*. Proses kalsinasi dilakukan pada temperatur 800°C. Penambahan *doping* dilakukan dengan menggunakan variasi konsentrasi *doping* 1%, 3%, dan 5% dengan temperatur kalsinasi 300°C untuk mendapatkan ZnO:Zn. Dilakukan identifikasi fasa dan karakterisasi optik untuk ketiga sampel yang dihasilkan. Intensitas luminisensi diuji untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi *doping* terhadap emisi yang dihasilkan oleh material luminisensi ZnO:Zn. Diperoleh hasil material luminisensi yang memancarkan emisi hijau dengan rentang panjang gelombang 510nm hingga 535nm. Semakin tinggi konsentrasi *doping* akan semakin banyak aktifator (*doping*) dalam *host* (ZnO) yang menyerap energi untuk proses eksitasi sehingga semakin tinggi pula intensitas emisi yang dipancarkan.

Kata kunci: Luminisensi, *zinc oxide*, *solution phase*

EFFECT OF DOPING CONCENTRATION ON LUMINESCENCE PROPERTIES OF ZnO:Zn

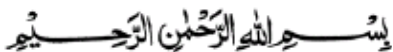
By	: Rizki Yuniasari
Student Identity Number	: 1111100038
Major	: Physics, FMIPA-ITS
Advisor	: Drs. Hasto Sunarno, M.Sc Diky Anggoro, M.Si

Abstract

Luminescent material ZnO (Zinc Oxide) has been synthesized using solution phase method. The calcination process was performed at 800°C. The addition of doping was done by using variation of the 1%, 3%, and 5% doping concentration then were performed at 300°C to obtain ZnO:Zn. The phase identification and optical properties were characterized for all samples. Luminescent intensity were characterized to determine the effect of doping concentration on the emission of ZnO:Zn. Green luminescence was obtained in the range of 510nm to 535nm. The higher concentration of doping indicates more activators (doping) in the host (ZnO) which absorb the excitation energy so that the higher emission intensity emitted.

Keywords: Luminescence, zinc oxide, solution phase

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Pengaruh Konsentrasi Doping Pada Intensitas Emisi Material Luminisensi ZnO:Zn**”. Adapun tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi Strata – 1 di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, telah banyak daya, upaya, dan perjuangan yang penulis lakukan. Atas bantuan, dorongan, dan juga bimbingan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan baik. Sehubungan dengan hal tersebut, maka penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak dan Ibu yang telah mendidik, mendoakan, dan memberi semangat bagi penulis.
2. PT Pupuk Kaltim yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil kepada penulis.
3. Bapak Drs. Hasto Sunarno, M.Sc dan Bapak Diky Anggoro, M.Si sebagai dosen pembimbing yang telah membagi pengalaman serta memberikan pengarahan selama proses penelitian dan penyusunan laporan.
4. Ibu Faridawati, M.Si yang telah banyak membantu selama proses penelitian.
5. Bapak Dr. Yono Hadi Pramono, M.Eng selaku ketua jurusan Fisika ITS.
6. Bapak Prof. Suminar Pratapa selaku dosen wali dari penulis.
7. Bapak dan Ibu dosen jurusan fisika yang telah berkenan membagi ilmunya selama penulis belajar di jurusan Fisika ITS.

8. Teman-teman kelompok penelitian yang telah bersedia menjadi teman bertukar pikiran dan diskusi dalam pengerjaan tugas akhir.
9. Irsan Ar Rahman yang selalu medoakan dan memberikan semangat dalam pengerjaan tugas akhir.
10. Saudaraku Jordan, Dharma dan the Barbies Astrid, Keysha, Ifa, Mentari, Dhita yang selalu menemani serta membantu penulis.
11. Keluarga ITS Badminton Community (IBC) atas segala doa dan motivasinya.
12. Keluarga Foton Fisika 2011 atas segala doa dan dukungannya
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mohon kritik dan saran membangun dari pembaca guna menyempurnakan laporan ini demi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di masa mendatang. Akhir kata penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak, terutama untuk penelitian selanjutnya. Amiin Ya Rabbal Alamin.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah/Ruang Lingkup Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	2
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Material Luminisensi	5
2.2 <i>Zinc Oxide</i> (ZnO)	6
2.3 Emisi	8
2.4 Tinjauan Instrumen	9
2.4.1 Difraksi Sinar X (XRD)	9
2.4.2 Spektrofotometri Ultraviolet-Visible (UV-Vis)	10
2.4.3 <i>Photoluminescence Spectrofotometry</i>	11
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sintesis Material Luminisensi ZnO:Zn	13
3.1.1 Sintesis ZnO dengan Metode <i>Solution Phase</i>	13
3.1.2 Sintesis ZnO:Zn dengan Pencampuran	13

3.2 Karakterisasi Material Luminisensi	13
3.2.1 <i>Xray Diffractometer (XRD)</i>	13
3.2.2 <i>UV-Vis Spectrofotometer</i>	14
3.2.3 <i>Photoluminescence Spectrofotometer</i>	14
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Material Luminisensi ZnO	17
4.1.1 Analisis Fasa ZnO	17
4.1.2 Analisis Sifat Optik ZnO	19
4.1.3 Analisis Sifat Luminisensi ZnO	21
4.2 Analisis Material Luminisensi ZnO:Zn	22
4.2.1 Analisis Fasa ZnO:Zn	23
4.2.2 Analisis Sifat Optik ZnO:Zn	23
4.2.3 Analisis Sifat Luminisensi ZnO:Zn	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	33
BIODATA PENULIS	42

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hasil perhitungan ukuran kristal ZnO menggunakan <i>Scherrer formula</i>	19
-----------	--	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses terjadinya luminisensi	5
Gambar 2.2	(a). <i>Cubic Zenblede</i> dan (b). <i>Hexagonal Wurtzite</i>	7
Gambar 2.3	Level energi elektron saat dieksitasi oleh sinar UV	8
Gambar 2.4	Spektrum emisi luminisensi	9
Gambar 2.5	Difraksi sinar X	10
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	16
Gambar 4.1	Pola XRD ZnO dengan temperatur kalsinasi 800°C	18
Gambar 4.2	Spektrum absorbansi ZnO	20
Gambar 4.3	Spektrum transmitansi ZnO	21
Gambar 4.4	Intensitas luminisensi ZnO	22
Gambar 4.5	Pola XRD ZnO:Zn dengan variasi konsentrasi <i>doping</i> 1%, 3%, dan 5%	23
Gambar 4.6	Spektrum absorbansi ZnO:Zn dengan variasi konsentrasi <i>doping</i> 1%, 3%, dan 5%	24
Gambar 4.7	Spektrum transmitansi ZnO:Zn dengan variasi konsentrasi <i>doping</i> 1%, 3%, dan 5%	25
Gambar 4.8	Intensitas luminisensi ZnO:Zn dengan dan tanpa <i>doping</i>	26
Gambar 4.9	Proses luminisensi cahaya hijau ZnO:Zn	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Hasil analisis kualitatif menggunakan <i>software</i> match!	33
Lampiran B	Material hasil sintesis	37
Lampiran C	Hasil perhitungan ukuran kristal menggunakan <i>Scherrer formula</i>	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penerangan (pencahayaannya) merupakan salah satu energi yang sangat dibutuhkan. Berkaitan dengan hal ini, *light emitting diodes* (LED) sedang hangat diperbincangkan sebagai lampu hemat energi dengan efisien tinggi dan ramah terhadap lingkungan sebagai pengganti lampu konvensional.

Seng oksida (ZnO) memiliki potensi sebagai bahan *photoluminescent* yang setara dengan *Gallium Nitride* (GaN) untuk digunakan dalam aplikasi LED. Seng oksida memiliki emisi luminisensi berwarna biru hingga hijau-kuning yang cukup efisien. Senyawa ini memiliki struktur kristal dan band gap yang hampir sama dengan GaN. Seng oksida merupakan material yang relatif tidak beracun, murah, melimpah, memiliki sifat optik yang baik, dan biaya produksi yang rendah bila dibandingkan dengan *Cadmium Sulfide* (CdS) dan *Gallium Nitride* (GaN) (Kim dkk, 2000).

Senyawa ini juga mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan seperti transparansi yang baik, mobilitas elektron tinggi, dan luminisensi pada suhu kamar yang kuat. Sifat ini menjadikan seng oksida sebagai material yang potensial bagi pengembangan sumber cahaya lampu hemat energi.

Telah dilakukan penelitian oleh Patra dkk, studi mengenai sifat luminisensi yang dihasilkan oleh ZnO yang di-*doping* dengan Zn. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa material luminisensi ZnO:Zn memiliki pancaran emisi luminisensi hijau yang baik. Pada penelitian ini dilakukan sintesis material luminisensi ZnO:Zn untuk mengetahui intensitas luminisensi yang dihasilkan dan dilakukan variasi konsentrasi *doping* untuk mengetahui pengaruhnya terhadap intensitas luminisensi yang dihasilkan oleh material ZnO:Zn.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahannya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sifat luminisensi dari ZnO:Zn hasil sintesis?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi *doping* terhadap sifat luminisensi yang dihasilkan oleh ZnO:Zn?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat luminisensi ZnO:Zn dan pengaruh konsentrasi *doping* pada sifat luminisensi yang dihasilkan oleh ZnO:Zn.

1.4 Batasan Masalah/ Ruang Lingkup Masalah

Ruang lingkup masalah dalam Tugas Akhir ini adalah (1) metode yang digunakan adalah metode *solution phase*. (2) Bahan yang digunakan adalah *Zinc Acetate Dihydrate*, *aquades*, *Polyethylene Glycol*. (3) Variasi konsentrasi *doping* yang digunakan adalah 1%, 3%, dan 5%. (4) Analisis yang dilakukan adalah analisa fasa XRD, sifat optik *UV-Vis*, dan sifat luminisensi *photoluminescence* Spektra.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian tugas akhir ini adalah memberikan informasi mengenai panduan dalam pembuatan material luminisensi (fosfor) dari ZnO:Zn yang potensial bagi pengembangan sumber cahaya lampu hemat energi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Bab I – Pendahuluan, berisi uraian mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan

masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan laporan penelitian.

2. Bab II – Tinjauan Pustaka, berisi uraian mengenai teori yang mendukung analisis.
3. Bab III – Metodologi Penelitian, berisi alat dan bahan, data penelitian, karakterisasi yang dilakukan dalam penelitian, serta uraian mengenai metode-metode dan tahapan-tahapan yang dilakukan selama penelitian.
4. Bab IV – Analisa Data dan Pembahasan, menjelaskan tentang hasil-hasil yang didapat dari pengerjaan pada penelitian ini, yaitu sifat luminesensi yang dihasilkan oleh fosfor ZnO:Zn hasil sintesis.
5. Bab V – Penutup, berisi uraian mengenai kesimpulan dari hasil analisa data dan pembahasan serta saran-saran yang digunakan untuk mendukung penelitian selanjutnya.
6. Lampiran, berisi data – data yang digunakan dalam penelitian beserta beberapa gambar yang menunjang penelitian ini.

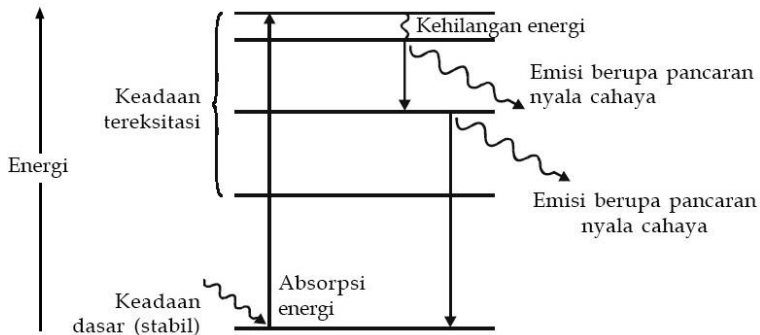
“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Material Luminisensi

Material Luminisensi adalah material yang dapat mengkonversi berbagai macam energi menjadi radiasi elektromagnetik. Radiasi elektromagnetik yang diemisikan oleh fosfor biasanya dalam rentang cahaya tampak, namun terdapat juga di daerah spektrum ultraviolet atau infra merah. Proses luminisensi yang terjadi pada fosfor secara sederhana dimuat di dalam gambar 2.1.



Gambar 2.1 – Proses terjadinya luminisensi

Selama ini, material yang banyak digunakan sebagai ion aktivator dalam luminisensi adalah ion tanah jarang (*rare earth*) seperti Eu^{2+} , Ce^{3+} , Tb^{3+} , Mn^{2+} yang menghasilkan emisi hijau. Sifat luminisensi dari fosfor bergantung pada komposisi yang dipengaruhi kondisi sintesis seperti temperatur, tekanan, dan kondisi lingkungan.

Secara umum fosfor terdiri dari *host* (matriks) dan dopan atau *luminiscnent center* (aktifator). *Host* adalah tempat aktifator berada, sedangkan aktifator merupakan impuritas atom dalam

jumlah kecil yang terdistribusi di dalam *host*. Proses luminisensi terjadi sebagai berikut. Radiasi eksitasi diabsorpsi oleh aktifator, menyebabkan elektron aktifator naik ke *ground* ke keadaan tereksitasi gambar 2.1. Dari keadaan tereksitasi tersebut, ion aktifator kembali ke keadaan dasar dan menghasilkan emisi dan radiasi. Fosfor hanya akan memancarkan radiasi elektromagnetik bila energi yang diberikan untuk eksitasi diabsorpsi oleh aktifator pada *host*.

Syarat terjadinya eksitasi pada ion aktifator adalah energi yang diabsorpsi minimal sama dengan energi gapnya. Dengan demikian, aktifator akan tereksitasi dari tingkat energi tertinggi pada keadaan *ground state* menuju tingkat energi vibrasi terendah dari keadaan tereksitasi. Pada pita energi *direct*, proses turunnya kembali elektron dari tingkat eksitasi (konduksi) menuju tingkat valensi akan langsung terjadi dikarenakan pita valensi dan pita konduksi terletak pada kesetimbangan momentum yang sama (Blasse, 1994)

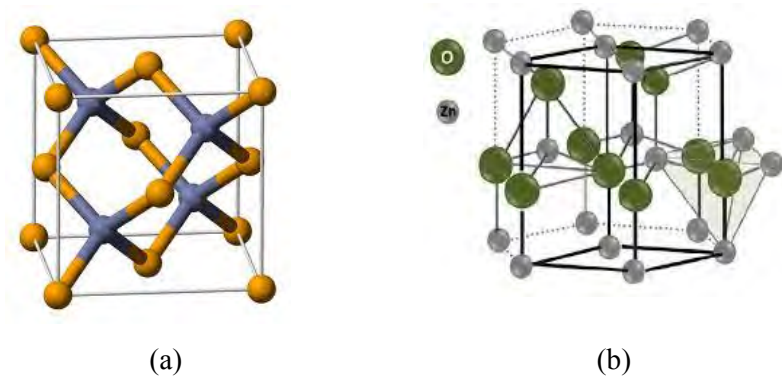
2.2 Zinc Oxide (ZnO)

Zinc Oxide (ZnO) merupakan suatu senyawa inorganik yang saat ini telah diteliti secara luas serta digunakan dalam berbagai aplikasi teknologi. Senyawa ini merupakan salah satu material semikonduktor. Tampilannya berupa serbuk berwarna putih yang hampir tak larut dalam air. Senyawa ini banyak digunakan sebagai bahan tambahan ke dalam berbagai material.

Seng oksida sebagai material semikonduktor memiliki luminisensi biru hingga hijau-kuning yang cukup efisien. Sifat ini menjadikan seng oksida sebagai material yang potensial bagi pengembangan sumber cahaya lampu hemat energi.

Dalam ilmu material, seng oksida disebut sebagai semikonduktor II-VI karena Zn dan O berturut-turut termasuk dalam grup 2^{nd} dan 6^{th} pada tabel periodik unsur. Semikonduktor ini mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan seperti transparansi yang baik, mobilitas elektron tinggi, bandgap lebar, dan luminisensi pada suhu kamar yang kuat (Witjaksono, 2011).

Seng oksida mengkristal dalam tiga bentuk yaitu wurtzite bersudut enam (*hexagonal wurtzite*), *zincblende* berbentuk kubus (*cubic zincblende*) dan jarang diamati adalah garam batu berbentuk kubus.



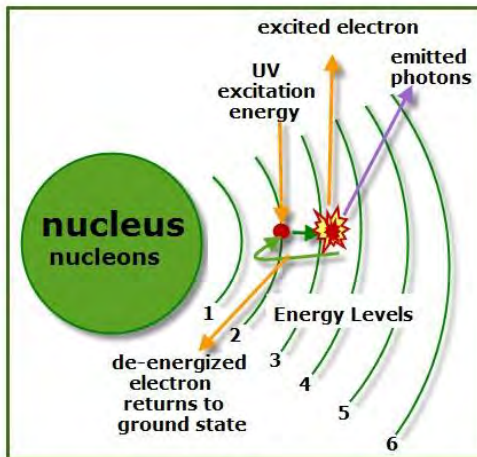
Gambar 2.2 – (a). *Cubic Zenblende* dan (b). *Hexagonal Wurtzite*

Struktur *wurtzite* adalah paling stabil pada kondisi lingkungan, sedangkan bentuk *zincblende* dapat distabilkan dengan pertumbuhan ZnO pada substrat dengan struktur kisi kubik. Dalam kedua kasus tersebut, Zn dan oksida berada pada pusat tetrahedral.

Zinc Oxide memiliki energi celah pita langsung (*direct band gap*) yang lebar sebesar 3.37 eV(32), serta emisi ultraviolet yang kuat disebabkan tingginya energi ikatan sebesar 60 meV pada temperatur ruang, yang jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan GaN (25 meV) dengan *bandgap* serupa ($\sim 3.4\text{eV}$ pada suhu kamar), yang potensial sebagai laser semikonduktor UV-biru, LED, dan divais-divais optik lainnya. Pada suhu kamar seng oksida menghasilkan emisi/pancaran yang terang (Gould, 2013).

2.3 Emisi

Proses absorpsi atau emisi cahaya (gelombang elektromagnetik) adalah sebuah proses yang memberikan atau menerima foton ($h\nu$). Pada saat penyerapan cahaya, elektron akan terangkat dari tingkat energi yang lebih rendah ke tingkat energi yang lebih tinggi dan pada saat pelepasan cahaya, elektron akan turun dari tingkat energi yang lebih tinggi ke tingkat energi yang lebih rendah. Tingkat keadaan elektron pada $n = 1$ adalah tingkat energi terendah dan disebut sebagai keadaan dasar (*ground state*). Tingkat yang lebih tinggi $n \geq 2$ disebut sebagai keadaan tereksitasi. Dalam tingkat $n \rightarrow \infty$ energi elektron menjadi 0, dan elektron akan dilepaskan dari gaya tarik-menarik oleh inti (Gould, 2013).

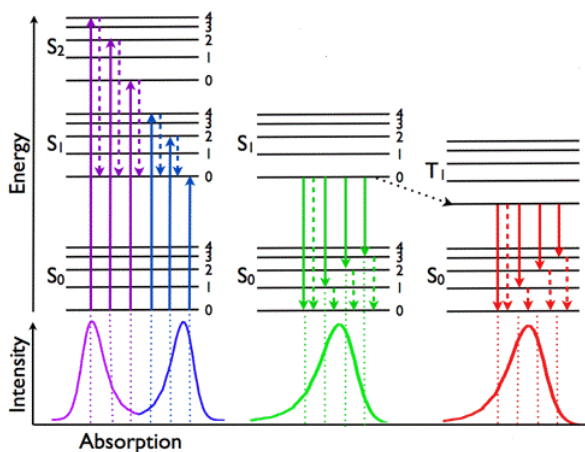


Gambar 2.3 – Level energi elektron saat dieksitasi oleh sinar UV

Penyinaran ZnO dengan sinar ultraviolet atau berkas elektron yang energinya lebih besar dari lebar celah pita energi menyebabkan elektron meloncat ke pita konduksi membentuk elektron bebas pada pita konduksi dan *hole* bebas pada pita

valensi. Elektron dan *hole* bebas tidak stabil dan seketika membentuk pasangan elektron dan *hole* atau eksiton. Hal ini ditandai dengan munculnya tingkat energi eksiton yang letaknya sedikit dibawah tepi pita konduksi. Sebagian eksiton dapat musnah atau teranihilasi yaitu elektron dari tingkat energi eksiton kembali ke pita valensi disertai dengan pemancaran energi luminisensi pada daerah ultraviolet.

Ketika sebagian eksiton pecah, elektron meloncat ke tingkat energi *deep level* dan disertai dengan pemancaran spektrum luminisensi hijau-biru. Karena posisi keadaan *deep level* tetap sekitar 1 eV di atas puncak pita valensi, maka makin besar lebar celah pita energi (makin kecil ukuran partikel), makin besar pula energi luminisensi yang dipancarkan. Partikel ZnO dengan diameter 10nm ke atas menunjukkan sifat luminisensi material *bulk*, yaitu puncak spektrum terletak pada panjang gelombang 550nm. Dengan mensintesis partikel ZnO dengan diameter bervariasi antara 3nm hingga 10nm, akan didapat berbagai warna spektrum emisi luminisensi (Witjaksono, 2011).



Gambar 2.4 – Spektrum emisi luminisensi

2.4 Tinjauan Instrumen

Beberapa karakterisasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

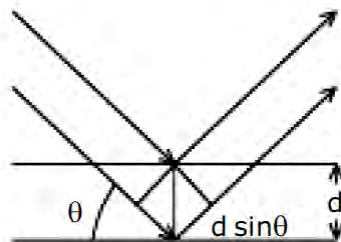
2.4.1 Difraksi Sinar X (XRD)

Difraksi sinar X digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin berdasarkan parameter struktur kisi dan juga untuk menentukan ukuran partikel.

Difraksi sinar X terjadi saat penghamburan foton sinar X oleh atom dalam kisi periodik. Penghamburan monokromatik sinar X yang ada di dalam fasa memberikan interferensi konstruktif. Gambar 2.2 mengilustrasikan bagaimana difraksi sinar X dipantulkan pada salah satu bidang kristal hingga didapatkan jarak kisi menggunakan persamaan Bragg :

$$n \lambda = 2 d \sin \theta \quad (2.1)$$

dimana d adalah jarak antar bidang kisi, λ adalah panjang gelombang sinar X, dan θ = sudut antara sinar datang dengan sudut pantulan kisi.



$$n\lambda = 2 d \sin \theta$$

Gambar 2.5 Difraksi Sinar X

Difraksi sinar X memiliki keterbatasan yaitu puncak difraksi yang jelas hanya diamati ketika sampel memiliki jarak yang jauh antar kisi, namun keuntungan dari keterbatasan difraksi sinar X

adalah lebar atau bentuk puncak difraksi memiliki informasi mengenai dimensi sudut refleksi. Selain itu, difraksi sinar X tidak dapat mendeteksi partikel yang terlalu kecil atau amorf (Chorkendroff dan Neimantsvendriet, 2003).

Data difraksi sinar X dapat digunakan untuk memprediksi besar ukuran kristal menggunakan formula *scherrer*. Ukuran kristalin ditentukan berdasarkan pelebaran puncak difraksi sinar X yang muncul. Hubungan antara ukuran kristal dengan lebar puncak difraksi sinar X dirumuskan sebagai berikut:

$$D = \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta} \quad (2.2)$$

dimana D adalah ukuran kristal, k adalah *shape factor* (0,89), λ yaitu 1,54 Å, θ adalah sudut Bragg, dan β adalah FWHM (*Full-Width at Half Maximum*).

2.4.2 Spektrofotometri Ultraviolet-Visible (UV-Vis)

Spektrofotometri UV-Vis merupakan salah satu teknik analisis spektroskopi yang memakai sumber radiasi elektromagnetik ultraviolet dekat (190-380) dan sinar tampak (380-780) dengan memakai instrumen spektrofotometer.

Spektrofotometer terdiri atas spektrometer dan fotometer. Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditranmisikan atau yang diabsorpsi. Spektrofotometer tersusun atas sumber spektrum yang kontinyu, monokromator, sel pengabsorpsi untuk larutan sampel atau blangko dan suatu alat untuk mengukur perbedaan absorpsi antara sampel dan blangko ataupun pembanding.

Spektrum ultraviolet adalah gambar antara panjang gelombang atau frekuensi serapan lawan intensitas serapan (transmitasi atau absorbansi). Sering juga data ditunjukkan sebagai gambar grafik atau tabel (Sastrohamidjojo, 2001).

2.4.3 Photoluminescence Spectroscopy

Spektrofotometer merupakan suatu alat yang dilengkapi dengan sumber cahaya (gelombang elektromagnetik), baik cahaya UV (*ultra-violet*) atau pun cahaya nampak (*visible*). Spektrofotometer mampu membaca/mengukur kepekatan warna dari sampel tertentu dengan panjang gelombang tertentu pula. Sinar UV digunakan untuk mengukur bahan (larutan) yang terbaca dengan panjang gelombang di bawah 400 nano meter (nm). Sedangkan *visible light* bisa digunakan untuk mengukur bahan dengan panjang gelombang 400-700 nm. Penyerapan sinar UV dan sinar tampak oleh molekul, melalui 3 proses yaitu penyerapan oleh transisi elektron ikatan dan elektron anti ikatan, penyerapan oleh transisi elektron d dan f dari molekul kompleks, dan penyerapan oleh perpindahan muatan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sintesis Material Luminisensi ZnO:Zn

3.1.1 Sintesis ZnO dengan Metode *Solution Phase*

Bahan yang digunakan untuk pembuatan seng oksida adalah *zinc acetate dehydrate* dengan perhitungan massa sebesar 5,5 gram. Sintesis dimulai dengan melarutkan *zinc acetate dehydrate* ke dalam aquades sebanyak 100 ml, kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 10 menit pada temperatur 100 °C. Selanjutnya, *Polyethylene Glycol 4000* sebanyak 11 gram dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam larutan. Proses *stirring* dilakukan selama kurang lebih 3 jam hingga larutan menjadi kental. Larutan yang telah mengental kemudian dikalsinasi dengan temperatur 800°C dengan *holding time* pada *furnace* selama 1 jam. Hasil yang diperoleh dari kalsinasi ini adalah seng oksida (ZnO) berupa serbuk.

3.1.2 Sintesis ZnO:Zn dengan Metode Pencampuran

Proses pembuatan ZnO:Zn dilakukan dengan melakukan pencampuran antara serbuk ZnO dengan serbuk *zinc acetate dihydrate* sebanyak 1%, 3%, dan 5%. Setelah itu dilakukan pencampuran mekanik menggunakan mortar selama 1 jam kemudian dilakukan kalsinasi pada temperatur 300°C dengan *holding time* pada *furnace* selama 1 jam. Hasil yang diperoleh dari kalsinasi ini adalah ZnO:Zn berupa serbuk

3.2 Karakterisasi Material Luminisensi

3.2.1 *Xray Diffractometer (XRD)*

Sampel hasil sintesis diuji menggunakan *Xray Diffractometer (XRD)*. Pengujian dilakukan di Laboratorium Difraksi Sinar-X, Teknik Material dan Metalurgi ITS Surabaya. Pengukuran ini dilakukan pada sudut 25 ° -65 °. Selanjutnya, dari hasil XRD ini dilakukan identifikasi fasa. Identifikasi fasa yang

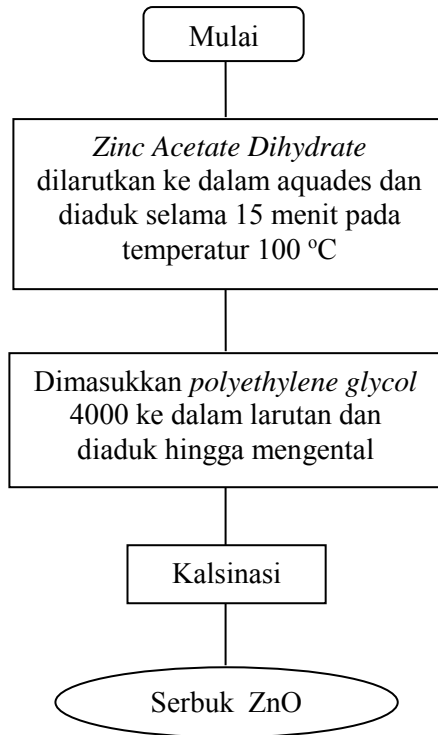
terbentuk dilakukan dengan bantuan perangkat lunak (software) *Match!*

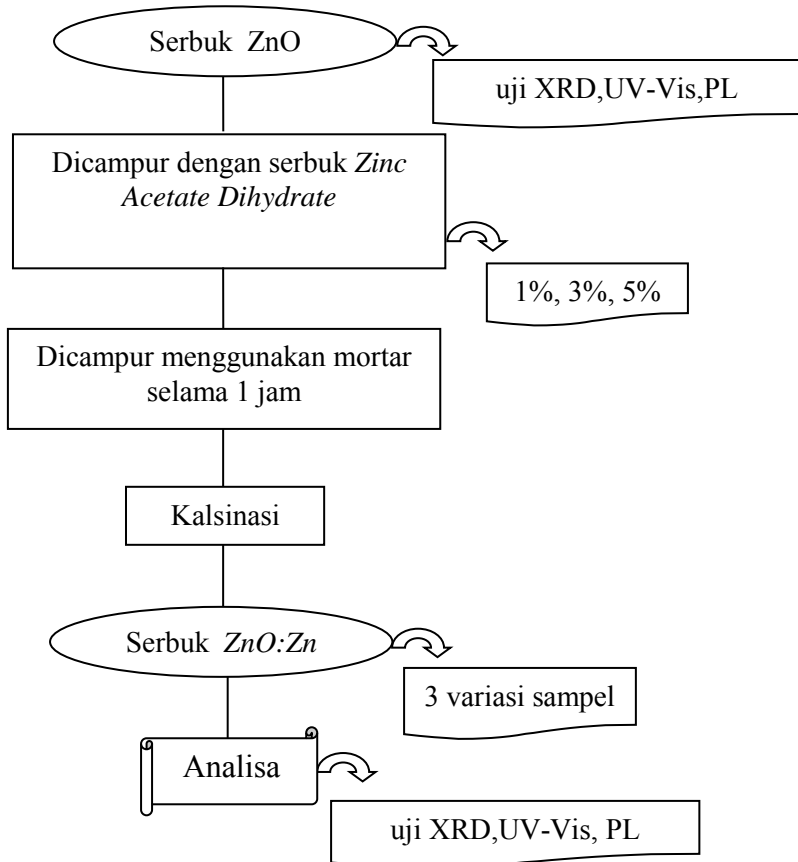
3.2.2 *UV-Vis Spectrofotometer*

Pengujian *UV-Vis Spektrofotometer* dilakukan untuk mengetahui karakteristik optik yaitu intensitas transmisi dan absorpsi dari sampel hasil sintesis. Pengujian dilakukan di Laboratorium Zat Padat, Fisika ITS Surabaya.

3.2.3 *Photoluminescence Spectrometer*

Pengujian *Photoluminescence Spectrometer* dilakukan untuk mengetahui intensitas luminesensi (eksitasi dan emisi) dari sampel hasil sintesis untuk kemudian dianalisis. Pengujian dilakukan di Universitas Padjadjaran, Bandung.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Material Luminisensi ZnO

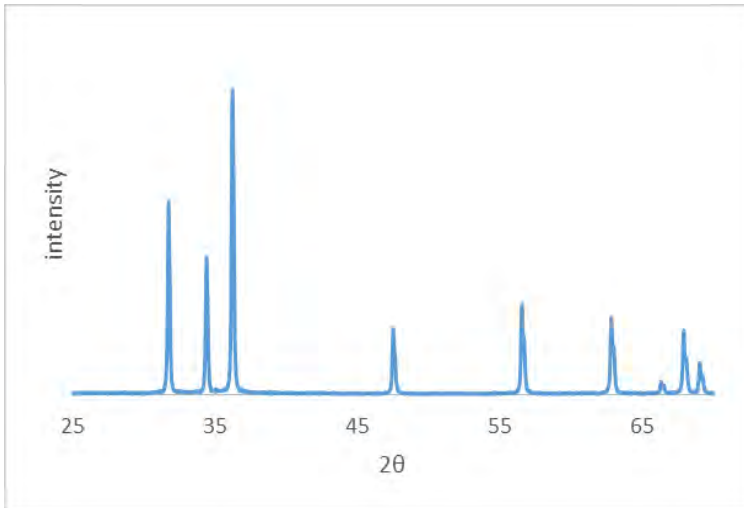
ZnO (*Zinc Oxide*) merupakan material luminisensi, yaitu material yang dapat menyerap cahaya dan mengemisikan kembali cahaya tersebut. ZnO memiliki luminisensi biru hingga hijau-kuning yang cukup efisien. Material ini digunakan sebagai material yang potensial bagi pengembangan sumber cahaya lampu hemat energi.

Prosedur sintesis ZnO dilakukan dengan membuat larutan yang terbuat dari *Zinc Acetate Dihydrate* dan *aquades*. Larutan ini akan mengental setelah ditambahkan *Polyethylene Glycol 4000* karena sebagian air menguap serta *Polyethylene Glycol* dapat mengikat molekul H₂O. *Polyethylene Glycol* yang dilarutkan dalam *aquades* menyebabkan molekul H₂O akan tertarik ke atom oksigen pada subunit etilen oksida melalui ikatan hidrogen.

Setelah larutan mengental, kemudian dilakukan kalsinasi dengan temperatur 800°C untuk menghasilkan *zinc oxide* (ZnO).

4.1.1 Analisis Fasa ZnO

Dari proses sintesis yang telah dilakukan diperoleh ZnO berupa serbuk. Selanjutnya, dilakukan uji XRD (*X-Ray Diffraction*) untuk mengetahui fasa yang terkandung di dalam ZnO. Uji XRD dilakukan dengan jangkauan sudut 2 θ dari sudut 25° sampai dengan 70°. Pola XRD ZnO dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pola XRD ZnO dengan temperatur kalsinasi 800°C

Data yang diperoleh dari hasil uji XRD kemudian diolah menggunakan *software Match!* untuk mengetahui fasa yang terbentuk. Berdasarkan hasil analisis menggunakan *software Match!*, pola difraksi sinar X mempunyai fasa ZnO [PDF 96-900-4182]. Puncak-puncak yang terlihat pada hasil XRD sesuai dengan data referensi ZnO dimana terdapat puncak-puncak pada sudut 31,75 ; 34,41 ; 36,23 ; 47,53 ; 56,57 ; 62,84 untuk temperatur 800°C.

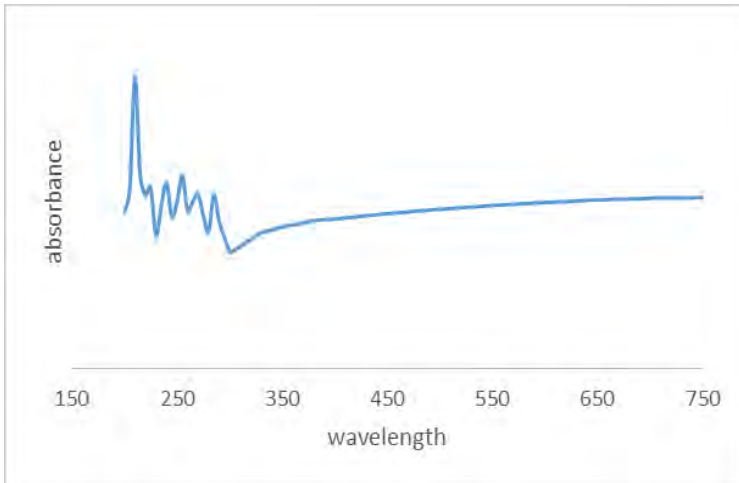
Selanjutnya dilakukan analisis ukuran kristal menggunakan *Scherer formula* seperti yang ditampilkan pada tabel 4.1, dimana β adalah FWHM (*Full-Width at Half Maximum*), θ adalah sudut Bragg, k adalah *shape factor* (0,89), λ yaitu 1,54 Å, dan D adalah ukuran kristal. Dari hasil perhitungan diperoleh hasil rata-rata ukuran kristal yaitu sebesar 180,77 nm.

Tabel 4.1 Hasil perhitungan ukuran Kristal ZnO menggunakan *Scherrer formula*

β	2Θ	$\cos 2\Theta$	$\cos \Theta$	D (Å)
0.10027	36.17487	0.04654	0.723374	18.89630
0.10027	36.19158	0.063226	0.729118	18.74744
0.10027	36.20829	0.079894	0.734811	18.60219
0.10027	36.22501	0.09654	0.740453	18.46046
0.10027	36.24172	0.113159	0.746043	18.32214
0.10027	36.25843	0.129746	0.751580	18.18713
0.10027	36.27514	0.146297	0.757066	18.05536
0.10027	36.29185	0.162808	0.762498	17.92672
0.10027	36.30856	0.179272	0.767878	17.80113
0.10027	36.32527	0.195687	0.773203	17.67852
0.10027	36.34198	0.212047	0.778475	17.55880
0.10027	36.3587	0.228348	0.783693	17.44191
0.10027	36.37541	0.244585	0.788855	17.32776

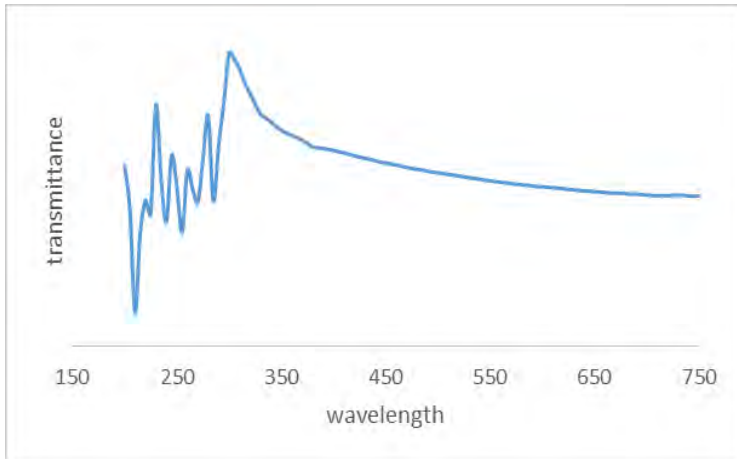
4.1.2 Analisis Sifat Optik ZnO

Karakterisasi sifat optik dari ZnO hasil sintesis dilakukan dengan pengujian *UV-Vis Spectrofotometer*, dimana pengujian dilakukan pada panjang gelombang 200 hingga 800 nm untuk mengetahui absorbansi dan transmitansi dari ZnO hasil sintesis. Hasil uji *UV-Vis* menunjukkan bahwa jika berkas cahaya dilewatkan pada suatu zat maka cahaya tersebut dapat diserap dan ada pula yang dilewatkan.



Gambar 4.2 Spektrum absorbansi ZnO

Spektrum absorbansi dari ZnO ditunjukkan pada gambar 4.2. Absorbansi merupakan kemampuan suatu material dalam menyerap cahaya atau energi. Absorbansi dari suatu material luminisensi sangat berpengaruh terhadap intensitas emisi atau pancaran cahaya yang dihasilkan dari material tersebut. Kurva hasil uji absorbansi menunjukkan bahwa absorbansi ZnO yang baik terletak pada rentang panjang gelombang 200nm hingga 300nm dengan absorbansi maksimum terletak pada panjang gelombang 210nm.

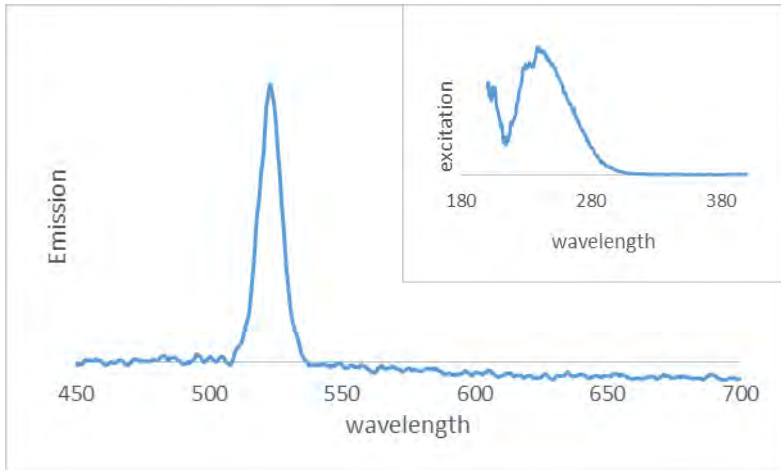


Gambar 4.3 Spektrum transmittansi ZnO

ZnO dengan temperatur kalsinasi 800°C memiliki sifat optik yang baik, dibuktikan dengan hasil uji absorbansi ZnO pada gambar 4.2. Gambar 4.3 menunjukkan transmittansi ZnO. Transmittansi merupakan kemampuan suatu material untuk meneruskan cahaya atau energi. Kurva transmittansi tersebut menunjukkan bahwa ZnO memiliki transmittansi yang baik pada rentang panjang gelombang 225nm hingga 330nm dengan transmittansi maksimum terletak pada rentang panjang gelombang 300nm.

4.1.3 Analisis Sifat Luminisensi ZnO

Pengujian *Photoluminescence* spektra dilakukan untuk mengetahui sifat luminisensi yang dihasilkan dari ZnO hasil sintesis. Gambar 4.4 menunjukkan intensitas emisi dan eksitasi ZnO. Terlihat bahwa ZnO memiliki intensitas eksitasi yang baik pada panjang gelombang 240nm dan menghasilkan pancaran emisi yang termasuk dalam rentang panjang gelombang cahaya hijau yaitu 510nm hingga 535nm dengan intensitas tertinggi terletak pada panjang gelombang 523nm.



Gambar 4.4 Intensitas luminisen ZnO

Pada proses terjadinya luminisensi, sifat material luminisensi yaitu absorbansi sangat berperan penting. Jika suatu material luminisensi memiliki absorbansi yang baik, maka energi radiasi eksitasi yang diserap akan semakin besar sehingga elektron yang tereksitasi ke pita konduksi dari pita valensi juga akan semakin banyak sehingga akan menghasilkan pancaran emisi yang semakin kuat pula.

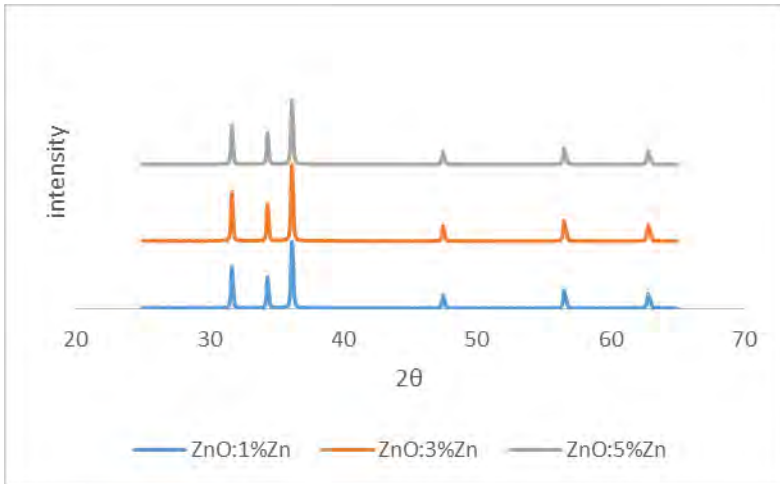
4.2 Analisis Material Luminisensi ZnO:Zn

Prosedur sintesis ZnO:Zn dilakukan dengan mencampurkan serbuk ZnO dengan serbuk *zinc acetate dihydrate*. Setelah itu dilakukan kalsinasi dengan temperatur 300 °C dengan variasi konsentrasi *doping* 1%, 3%, dan 5%. Pada suhu tersebut, *zinc* molekul *dehydrate* dan senyawa *acetate*-nya sehingga akan pada akhirnya akan terbentuk ZnO:Zn.

4.2.1 Analisis Fasa ZnO:Zn

Pengujian XRD (*X-Ray Diffraction*) dilakukan untuk mengetahui fasa yang terkandung di dalam ZnO:Zn. Uji XRD

dilakukan dengan jangkauan sudut 2 theta dari sudut 25° sampai dengan 65° . Pola XRD ZnO dapat dilihat pada gambar 4.5.



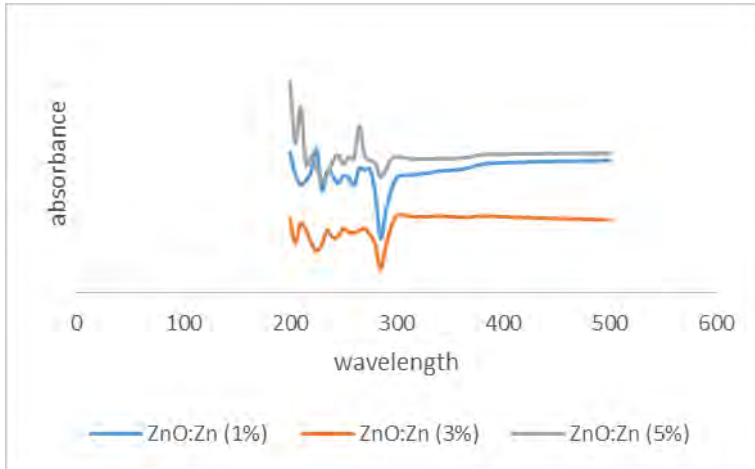
Gambar 4.5 Pola XRD ZnO:Zn dengan variasi konsentrasi *doping* 1%, 3%, dan 5%

Data yang diperoleh dari hasil uji XRD kemudian diolah menggunakan *software Match!* untuk mengetahui fasa yang terbentuk. Berdasarkan hasil analisis menggunakan *software Match!*, tidak terjadi perubahan fasa, pola difraksi sinar X yang terlihat mempunyai fasa ZnO. Puncak-puncak yang terlihat pada hasil XRD sesuai dengan data referensi ZnO dimana terdapat puncak-puncak pada sudut $31,68^\circ$; $34,35^\circ$; $36,17^\circ$; $47,47^\circ$; $56,52^\circ$; $62,80^\circ$ [PDF 96-900-4180].

Selanjutnya dengan cara yang sama dengan tabel 4.1 dilakukan analisis ukuran kristal menggunakan *Scherer formula* dimana β adalah FWHM (*Full-Width at Half Maximum*), 2θ adalah sudut Bragg, k adalah *shape factor* (0,89), λ yaitu $1,54 \text{ \AA}$, dan D adalah ukuran kristal. Dari hasil perhitungan diperoleh hasil rata-rata ukuran kristal yaitu sebesar $139,5 \text{ nm}$.

4.2.2 Analisis Sifat Optik ZnO:Zn

Karakterisasi sifat optik dari ZnO:Zn dilakukan dengan pengujian *UV-Vis Spectrofotometer*, dimana pengujian dilakukan pada panjang gelombang 200 hingga 800 nm untuk mengetahui absorbansi dan transmitansi dari ZnO:Zn.

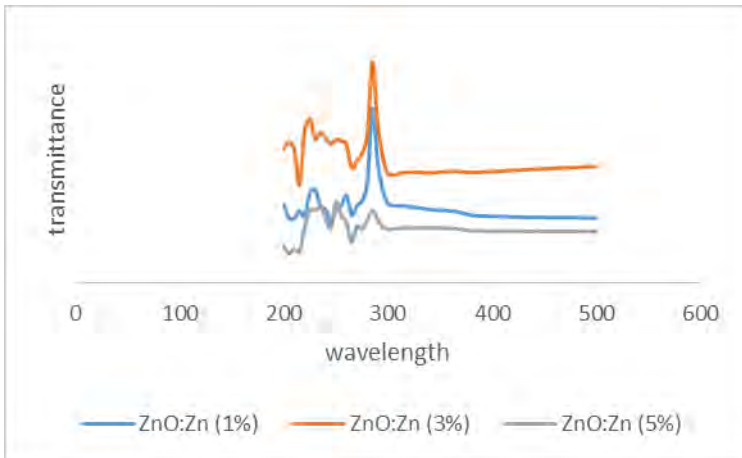


Gambar 4.6 Spektrum absorbansi ZnO:Zn dengan variasi konsentrasi *doping* 1%, 3%, 5%

Spektrum absorbansi dari ZnO:Zn ditunjukkan pada gambar 4.6. Absorbansi cahaya oleh suatu material merupakan bentuk interaksi gelombang cahaya dan atom molekulnya. Energi cahaya diserap oleh atom dan digunakan oleh atom tersebut untuk bertransisi ke tingkat energi yang lebih tinggi (eksitasi). Kurva hasil uji absorbansi menunjukkan absorbansi ZnO:Zn dengan konsentrasi *doping* 5% memiliki intensitas yang lebih baik dibandingkan dengan 1% dan 3%. Absorbansi tersebut terletak pada rentang panjang gelombang UV 200nm hingga 300nm.

Pada material luminisensi, ZnO berperan sebagai *host* dan *doping* berperan sebagai aktifator. Radiasi eksitasi akan diabsorpsi oleh aktifator (*doping*) yang akan menyebabkan elektron naik dari keadaan dasar ke keadaan tereksitasi. Ini

menyebabkan terbentuknya elektron bebas pada pita konduksi dan *hole* bebas pada pita valensi. Dari keadaan tereksitasi elektron akan kembali ke keadaan dasar dengan memancarkan panas dan emisi.



Gambar 4.7 Spektrum transmittansi UV-Vis ZnO:Zn dengan variasi konsentrasi *doping* 1%, 3%, 5%

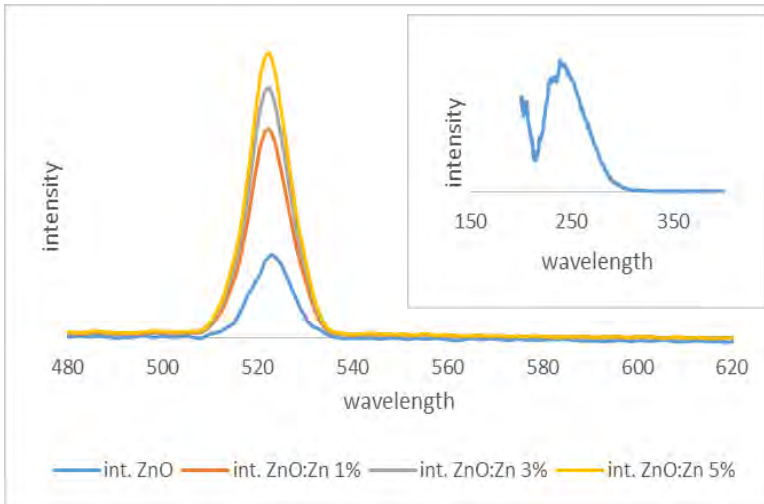
Gambar 4.7 menunjukkan kurva transmittansi ZnO:Zn. Berkebalikan dengan absorbansi, hasil uji transmittansi menunjukkan transmittansi yang paling rendah yaitu ZnO:Zn dengan konsentrasi *doping* 5% yang terletak pada rentang panjang gelombang 200nm hingga 300nm. Rendahnya transmittansi pada ZnO:Zn dengan konsentrasi *doping* 5% disebabkan oleh tingginya absorbansi sehingga cahaya akan lebih banyak terserap dan cahaya yang dilewatkan menjadi lebih sedikit.

4.2.3 Analisis Sifat Luminisen ZnO:Zn

Hasil pengujian *photoluminescence* pada subbab 4.1.3 menunjukkan bahwa ZnO memiliki intensitas eksitasi yang baik pada panjang gelombang 240nm dan pancaran emisi yang termasuk dalam rentang panjang gelombang cahaya hijau yaitu

510nm hingga 535nm dengan intensitas tertinggi terletak pada panjang gelombang 523nm.

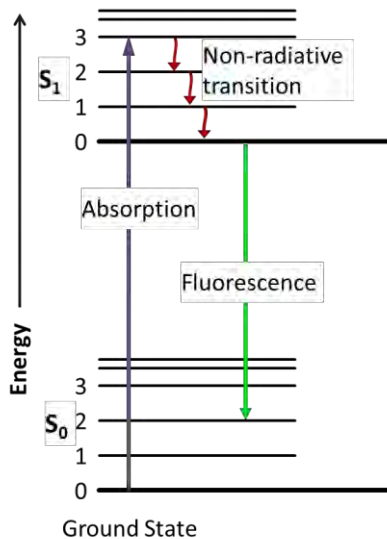
Penambahan *doping* (aktifator) dapat mempengaruhi pancaran emisi yang dihasilkan oleh ZnO. Variasi konsentrasi *doping* yaitu 1%, 3%, dan 5% digunakan untuk mengetahui pengaruh *doping* terhadap pancaran emisi yang dihasilkan.



Gambar 4.8 Intensitas luminisensi ZnO dengan *doping* 1%, 3%, 5%, dan tanpa *doping*

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *doping* maka semakin tinggi pula intensitas emisinya. ZnO:Zn dengan *doping* 5% memiliki intensitas emisi yang paling tinggi dibandingkan ZnO dengan *doping* 1%, 3%, dan tanpa *doping*. Hal ini disebabkan karena semakin besar konsentrasi *doping* maka aktifator dalam *host* akan semakin banyak sehingga radiasi eksitasi yang diabsorpsi oleh aktifator (*doping*) akan semakin besar. Absorbansi terjadi pada saat foton masuk bertumbukan dengan atom-atom material dan menyerahkan energinya pada elektron atom. Foton mengalami perlambatan dan akhirnya

berhenti. Absorbansi dari energi cahaya dapat menyebabkan elektron tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Elektron yang terlepas meninggalkan pita valensi menuju ke pita konduksi. Semakin banyak aktifator (*doping*) dalam *host* maka akan semakin banyak pula elektron yang naik ke keadaan tereksitasi dan ketika elektron kembali ke keadaan dasar akan menghasilkan pancaran luminisensi yang semakin kuat.



Gambar 4.9 Proses luminisensi cahaya hijau ZnO:Zn

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Material Luminisensi ZnO:Zn memiliki intensitas eksitasi yang baik pada panjang gelombang 240nm dan emisi luminisensi yang terletak pada rentang panjang gelombang cahaya hijau yaitu 510nm hingga 535nm dengan intensitas tertinggi terletak pada panjang gelombang 523nm.
2. Konsentrasi *doping* berpengaruh terhadap intensitas emisi material luminisensi ZnO:Zn yaitu semakin tinggi konsentrasi *doping* semakin tinggi pula intensitas emisi luminisensinya yang disebabkan oleh semakin banyak aktifator dalam *host* yang mengabsorpsi radiasi eksitasi dan menyebabkan semakin banyak elektron yang tereksitasi sehingga pancaran luminisensi yang dihasilkan semakin kuat pada saat elektron berelaksasi ke *ground state* dari posisi tereksitasi.

5.2 Saran

Beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan penelitian dengan variasi konsentrasi yang lebih tinggi dari 5% untuk mengetahui pengaruhnya terhadap intensitas emisi yang dihasilkan oleh ZnO:Zn.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan variasi temperatur kalsinasi sintesis ZnO:Zn.
3. Perlu dilakukan penelitian metode baru dengan variasi bahan *doping* yang berbeda.
4. Perlu dilakukan karakterisasi lain, seperti SEM untuk mengetahui ukuran partikel ZnO:Zn hasil sintesis.

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Ari Witjaksono. 2011. Karakterisasi Nanokristalin ZnO Hasil Presipitasi dengan Perlakuan Pengeringan, Anil, dan Pasca Hidrotermal. Depok: Universitas Indonesia
- Chorkendroff, I. and J. W. Niemantsverdriet. 2003. Concept of Modern Catalysis and Kinetics. Wiley-VCH GmbH & Co. New York
- C. Jagadish, and S. Pearton (Ed). 2006. Zinc Oxide Bulk, Thin Film and Nanostructures, Elsevier
- G. Blasse, dan B.C Grabmaier. Luminescent Materials. 1994. Springer
- Jay Gould Simmons Jr. 2013. Photoexcitation Mechanism of the Green Defect Emission from Zinc and Sulfur Doped ZnO Phospor Powders Through Measurements and Analysis of Optical Properties. United States: Duke University
- Junying Zhang, dkk. 2009. Green emission and n-type conductivity of ZnO:Zn films obtained using vapor deposition method. Beijing: Beihang University
- Khopkar, S.M. 1990. Konsep Dasar Kimia Analitik. Jakarta : UI Press
- M. A. Tsahabalala, B. F. Dejene, H.C. Swart. 2012. Synthesis and Characterization of ZnO Nanoparticle using Polyethylene Glycol (PEG). South Africa: University of the Free State
- P.A. Rodnyi, I. V. Khodyuk. 2012 Optical and Luminiscence Properties of Zinc Oxide. Russia: St. Petersburg State Technical University
- P.S. Gupta, Nandha Shakti, 2010. Structural and Optical Properties of Sol-gel Prepared ZnO Thin Film. Applied Physics Research Vol. 2, No.1, May 2010. Department of Applied Physics, Indian School of Mines.

Putri, 2011. Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Zinc Oxide (ZnO) dengan Menggunakan Metode Sol-Gel Berdasarkan Variasi pH, Skripsi S1, Fakultas Sains dan Teknologi, Airlangga, Surabaya.

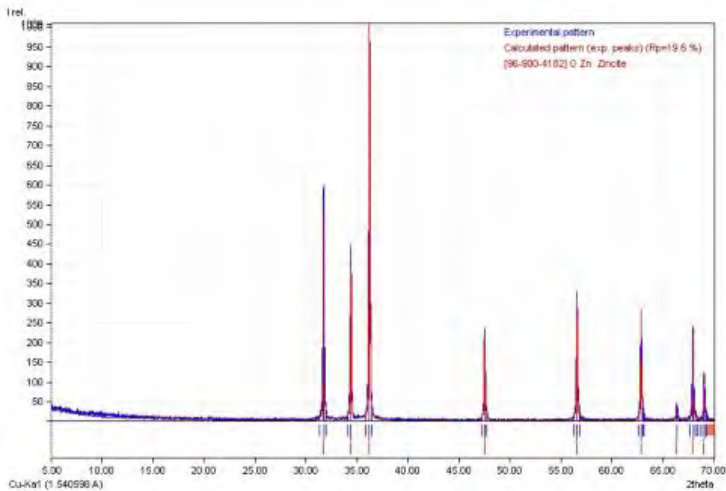
Sastrohamidjojo, Hardjono. 2001. Kimia Dasar. UGM Pres

S. Chakraborty, P. Kumbhakar. 2014. Effect of Polyethylene Glycol on the Particle Size and Photoluminescence Emissions Characteristics of Chemically Synthesized ZnO Nanoparticles. India: National Institute of Technology

LAMPIRAN A

HASIL ANALISIS KUALITATIF MENGGUNAKAN *SOFTWARE MATCH!*

1. ZnO dengan temperatur kalsinasi 800°C



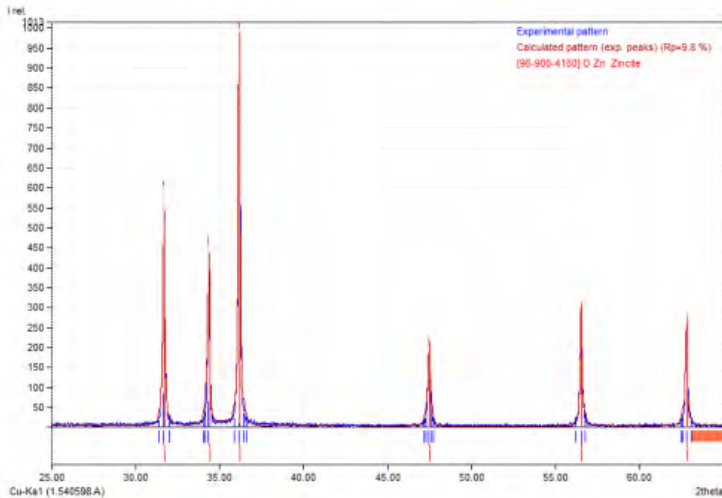
Gambar 1. Grafik XRD Hasil Search Match! ZnO

A: Zincite (100.0 %)

Formula sum	= O Zn
Entry number	= 96-900-4182
Figure-of-Merit (FoM)	= 0.930312
Total number of peaks	= 16
Peaks in range	= 9
Peaks matched	= 9
Intensity scale factor	= 1.00
Space group	= P 63 m c
Crystal system	= hexagonal
Unit cell	= a= 3.2533 Å

I/I_{cor} = 6.92
 Calc. density = 5.663 g/cm³
 Reference = Kihara K., Donnay G., "Anharmonic thermal vibrations in ZnO Model: 3-c, at T = 473 K", The Canadian Mineralogist 23, 647-654 (1985)

2. ZnO:1%Zn



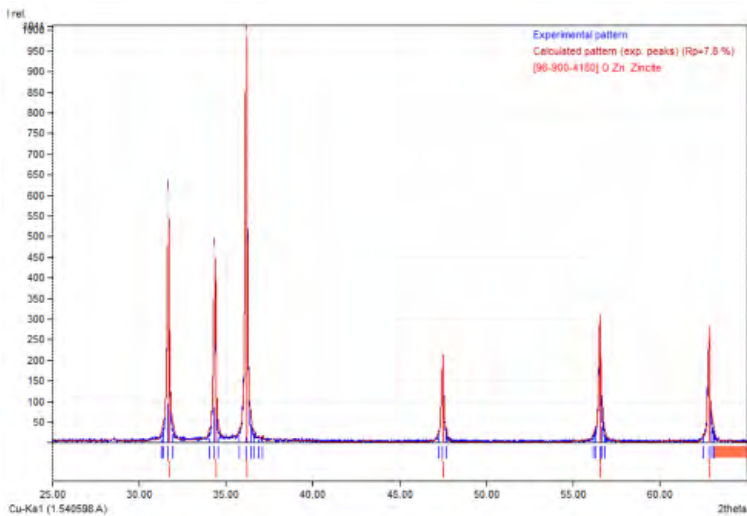
Gambar 2. Grafik XRD Hasil Search Match! ZnO:1%Zn

A: Zincite (100.0 %)

Formula sum = O Zn
 Entry number = 96-900-4180
 Figure-of-Merit (FoM) = 0.906581
 Total number of peaks = 16
 Peaks in range = 6
 Peaks matched = 6
 Intensity scale factor = 0.99
 Space group = P 63 m c
 Crystal system = hexagonal

Unit cell = $a = 3.2533 \text{ \AA}$ $c = 5.2073 \text{ \AA}$
 I/Icor = 6.84
 Calc. density = 5.663 g/cm^3
 Reference = Kihara K., Donnay G., "Anharmonic thermal vibrations in ZnO Model: 3-c, at $T = 473 \text{ K}$ ", The Canadian Mineralogist 23, 647-654 (1985)

3. ZnO:3%Zn



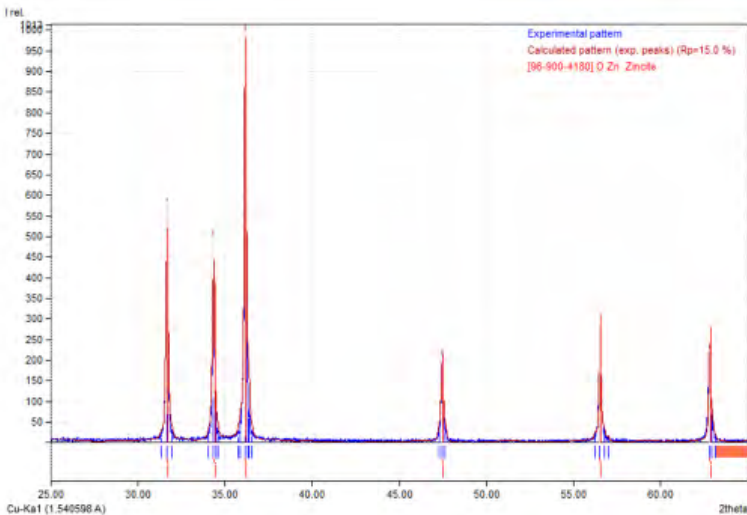
Gambar 3. Grafik XRD Hasil Search Match! ZnO:3%Zn

A: Zincite (100.0 %)

Formula sum = O Zn
 Entry number = 96-900-4180
 Figure-of-Merit (FoM) = 0.906581
 Total number of peaks = 16
 Peaks in range = 6
 Peaks matched = 6
 Intensity scale factor = 0.99

Space group	= P 63 m c
Crystal system	= hexagonal
Unit cell	= a= 3.2533 Å c= 5.2073 Å
I/Icor	= 6.84
Calc. density	= 5.663 g/cm ³
Reference	= Kihara K., Donnay G., "Anharmonic thermal vibrations in ZnO Model: 3-c, at T = 473 K", The Canadian Mineralogist 23, 647-654 (1985)

4. ZnO:5%Zn



Gambar 4. Grafik XRD Hasil Search Match! ZnO:5%Zn

A: Zincite (100.0 %)

Formula sum	= O Zn
Entry number	= 96-900-4180
Figure-of-Merit (FoM)	= 0.906581
Total number of peaks	= 16
Peaks in range	= 6

Peaks matched	= 6
Intensity scale factor	= 0.99
Space group	= P 63 m c
Crystal system	= hexagonal
Unit cell	= a= 3.2533 Å c= 5.2073 Å
I/I _{cor}	= 6.84
Calc. density	= 5.663 g/cm ³
Reference	= Kihara K., Donnay G., "Anharmonic thermal vibrations in ZnO Model: 3-c, at T = 473 K", The Canadian Mineralogist 23, 647-654 (1985)

LAMPIRAN B

MATERIAL HASIL SINTESIS



Gambar 2. Larutan prekursor ZnO



(a)



(b)

Gambar 3. (a) larutan prekursor sebelum kalsinasi dan (b) hasil serbuk ZnO setelah kalsinasi



Gambar 4. Pencampuran ZnO dengan *Zinc Acetate Dihydrate* menjadi ZnO:Zn

LAMPIRAN C

HASIL PERHITUNGAN UKURAN KRISTAL MENGUNAKAN *SCHERRER FORMULA*

B 2 Θ	2 Θ	cos 2 Θ	cos ² 2 Θ	cos Θ	D (Å)
0.1337	36.12135	-0.00697	0.496517	0.70464	14.5483
0.1337	36.13806	0.009745	0.504873	0.710544	14.42741
0.1337	36.15477	0.026453	0.513227	0.716398	14.30951
0.1337	36.17148	0.043154	0.521577	0.722203	14.1945
0.1337	36.18819	0.059843	0.529922	0.727957	14.0823
0.1337	36.20491	0.076515	0.538258	0.733661	13.97282
0.1337	36.22162	0.093166	0.546583	0.739313	13.866
0.1337	36.23833	0.109791	0.554896	0.744913	13.76175
0.1337	36.25504	0.126385	0.563193	0.750462	13.66
0.1337	36.27175	0.142944	0.571472	0.755958	13.56069
0.1337	36.28846	0.159463	0.579732	0.761401	13.46374
0.1337	36.30517	0.175937	0.587969	0.766791	13.3691

0.1337	36.32188	0.192363	0.596181	0.772128	13.2767
--------	----------	----------	----------	----------	---------

Tabel 1. Hasil perhitungan ukuran kristal ZnO:1%Zn

B 2 θ	2 θ	cos 2 θ	cos ² 2 θ	cos θ	L (Å)
0.1337	36.10464	-0.02368	0.488162	0.698686	14.67226
0.1337	36.12135	-0.00697	0.496517	0.70464	14.5483
0.1337	36.13806	0.009745	0.504873	0.710544	14.42741
0.1337	36.15477	0.026453	0.513227	0.716398	14.30951
0.1337	36.17148	0.043154	0.521577	0.722203	14.1945
0.1337	36.18819	0.059843	0.529922	0.727957	14.0823
0.1337	36.20491	0.076515	0.538258	0.733661	13.97282
0.1337	36.22162	0.093166	0.546583	0.739313	13.866
0.1337	36.23833	0.109791	0.554896	0.744913	13.76175
0.1337	36.25504	0.126385	0.563193	0.750462	13.66
0.1337	36.27175	0.142944	0.571472	0.755958	13.56069
0.1337	36.28846	0.159463	0.579732	0.761401	13.46374
0.1337	36.30517	0.175937	0.587969	0.766791	13.3691

Tabel 2. Hasil perhitungan ukuran kristal ZnO:3%Zn

B 2Θ	2Θ	$\cos 2\Theta$	$\cos^2 2\Theta$	$\cos \Theta$	L (Å)
0.1337	36.10464	-0.02368	0.488162	0.698686	14.67226
0.1337	36.12135	-0.00697	0.496517	0.70464	14.5483
0.1337	36.13806	0.009745	0.504873	0.710544	14.42741
0.1337	36.15477	0.026453	0.513227	0.716398	14.30951
0.1337	36.17148	0.043154	0.521577	0.722203	14.1945
0.1337	36.18819	0.059843	0.529922	0.727957	14.0823
0.1337	36.20491	0.076515	0.538258	0.733661	13.97282
0.1337	36.22162	0.093166	0.546583	0.739313	13.866
0.1337	36.23833	0.109791	0.554896	0.744913	13.76175
0.1337	36.25504	0.126385	0.563193	0.750462	13.66
0.1337	36.27175	0.142944	0.571472	0.755958	13.56069
0.1337	36.28846	0.159463	0.579732	0.761401	13.46374
0.1337	36.30517	0.175937	0.587969	0.766791	13.3691

Tabel 3. Hasil perhitungan ukuran kristal ZnO:5%Zn

BIODATA PENULIS



Rizki Yuniasari, lahir di Rembang, 1 Juni 1993, anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Slamet Famuji dan Siti Farida. Penulis menempuh pendidikan formal di TK Al-falah, SDIT Yabis (1999-2005), SMP Negeri 1 Bontang (2005-2008), SMA Negeri 1 Bontang (2008-2011), kemudian penulis diterima di Perguruan Tinggi ITS jurusan Fisika FMIPA melalui jalur SNMPTN. Penulis aktif dalam Himpunan

Mahasiswa Fisika ITS (HIMASIKA ITS) menjabat sebagai staf Departemen DAGRI (2012-2013) serta staf ahli Departemen HUBLU (2013-2014). Penulis merupakan asisten laboratorium Fisika Laboratorium (2014) dan asisten laboratorium Fisika Dasar (2014). Selain di bidang akademik, penulis juga aktif dalam Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) ITS Badminton Community (IBC) sebagai pengurus (2012-2014). Penulis mengharapkan kritik dan saran mengenai tugas akhir ini melalui email rizkiyuniasari@gmail.com.